

Capítulo

5

Propuesta de Proyecto



Centro de Cómputo del Colegio de Ciencias y Humanidades Vallejo.

5 Propuesta Del Proyecto

5.1 Introducción

En la actualidad el suministro de energía eléctrica es de gran importancia para los sistemas que requieren de ella, pero las perturbaciones en la red eléctrica pueden causar alteraciones desde el punto de vista operativo, técnico y económico, por lo que es necesario tener una fuente de respaldo que cumpla los requerimientos del mismo sistema.

La calidad de energía es fundamental para el buen funcionamiento de los equipos de cómputo y de la información tan valiosa que estos guardan. Por esto la calidad del suministro eléctrica no se debe interrumpir, ya que las perturbaciones eléctricas son las responsables de los disturbios en la línea comercial tales como picos, ruido, sobrecargas momentáneas y caídas de tensión, entre los más importantes. Muchos de estos problemas se generan inclusive en las mismas instalaciones del usuario.

Hoy en día las escuelas enfrentan la "realidad" de trabajar con estas interrupciones cotidianas y al mismo tiempo buscan una buena continuidad para que su operación no se vea interrumpida por eventos que no tienen nada que ver con su actividad. Por eso el objetivo es de instalar un respaldo de energía que nos proporcione la misma durante un tiempo prolongado.

Con los datos recopilados se realizará la propuesta del proyecto el cual consistirá en revisar si las instalaciones están acordes a la capacidad instalada, para así realizar las modificaciones pertinentes para la instalación de los equipos de respaldo.

5.2 Revisión de cargas

Con respecto a los datos obtenidos con anterioridad pasaremos a realizar la propuesta para el respaldo de energía. Empezaremos a hacer la revisión desde el transformador hasta los tableros de distribución.

5.2.1 Transformador.

Lista de cargas a instaladas










CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE	WATT TOTALES
 180 W	166	30.71%	29880 W
 2 x 26 W	100	5.34%	5200 W
 180 W	279	51.61%	50220 W
 ALARMA 20 W	2	0.04%	40 W
 2 x 32 W	77	6.08%	5914 W
 20 W	66	0.12%	120 W
 110 W	9	1.02%	990 W
 746 W	1	0.77%	746 W
 4200 W	1	4.32%	4200 W
Carga Total		100%	97 310 W

Tabla.5.1 Datos de Placa del Transformador

La lista de cargas antes mencionada representa la carga total instalada en el proyecto de ampliación, por lo que se procede a calcular la capacidad en kVA de estas cargas, teniendo en cuenta que se trabajará a un factor de Potencia mínimo de 0.9, y a una tensión de 220/127 V.

Para convertir a kVA

$$VA = \frac{W}{F.P} \quad VA = \frac{97310W}{0.9} = 103,677.78 VA$$

La capacidad a alimentar son 103.68 kVA, por lo que se desprende el siguiente razonamiento:

Para soportar la carga se necesita un transformador de 112.5 kVA pero se encontraría a un régimen de trabajo próximo al 92%, situación que generaría una condición de mayor temperatura al equipo y se sometería a un esfuerzo mayor de los aislamientos.

Un transformador de 150 KVA se encontraría a un régimen de trabajo del 69%, lo cual representa una condición normal de servicio, además con un rango de crecimiento a futuro sin problemas del 11% de la carga total del transformador esto para completar que el transformador trabaje a una capacidad no mayor del 80% de su capacidad para no someterlo a esfuerzos mayores de temperatura y dañar los aislamientos.

Carga total más un 11% de incremento es de 120 000 kVA.

En conclusión: El transformador seleccionado es de 150 kVA. Con voltaje primario en 440 V., voltaje secundario 220/127 V., tipo seco.

Si se aplicara un transformador con factor K (el factor K es una constante que nos indica la capacidad que posee el transformador para alimentar cargas no lineales) por ejemplo: hornos de inducción, Drive, sistemas de cómputo, sin exceder la temperatura de operación para la cual está diseñado. A su vez, el factor K cumple la función de ser un indicador de la capacidad del transformador para soportar el contenido de corrientes armónicas mientras se mantiene operando dentro de los límites de temperatura para la cual está diseñado. Además que cumplan con toda la normativa vigente, tanto nacional como internacional con respecto al factor K especificado para transformadores, según la norma IEEE (Véase Anexo H y I).

Las características de placa del transformador instalado son las siguientes:

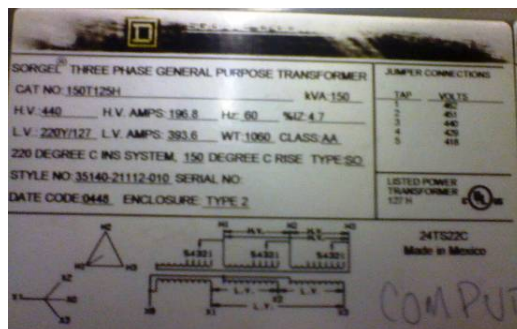


Fig. 5.1 Vista de Placa del transformador

TRANSFORMADOR TIPO SECO			
Marca:	SQUARE D	CAT NO.	150T125H
HV:	440	Hz:	60
L.V:	220Y/127	WT:	1060
HV. AMPS:	196.8	%z:	4.7
LV. AMPS:	393.6	CLASS:	AA
STYLE NO:	35140-21112-010	kVA:	150

Tabla.5.2 Datos de Placa del Transformador

Como podemos observar en el primario o parte de alta del transformador está conectado a una tensión de 440 V con 2 conductores por fase de 2/0 THW Marca CONDULAC el cual viendo con respecto a la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 en la tabla 310-16 (Véase Anexo E) marca 2/0 THW de cobre a temperatura de 75°C, una corriente de 175 A. y como son 2 por fase para esto procederemos a calcular la corriente de la carga.

Para identificar la corriente que requerirá el Centro de Cómputo será conforme a la capacidad instalada la cual es de 97 310 W. y si se piensa a futuro un incrementa máximo de 11% esto nos dará un capacidad de 108 kW. Con un factor de Potencia mínimo de 0.9, y a una tensión de 440 V. con esto calcularemos la corriente requerida.

5.2.2 Lado Primario

Cálculo para obtener la corriente en el **lado primario** considerando al transformador de 150 kVA:

$$I_p = \frac{VA}{\sqrt{3}V} = A \quad I_p = \frac{150000VA}{\sqrt{3} * 440V} = 196.8239A$$

Para este valor se calculará el dispositivo de protección del lado primario y se consulta la tabla 450-3(b) (Véase Anexo F).

$$I_{prot} = 125\% \times 196.8239 = 246.03A$$

Corresponde a un equipo de protección de 3 x 250 A.

Para calcular el conductor alimentador del lado primario:

$$I_{cond} = 125\% \times 196.8239 = 246.03A$$

Se aplican los siguientes factores:

Por agrupamiento (F.A.) tenemos que la canalización de parte de la subestación al interruptor principal de nuestro centro de cómputo contendrá ocho conductores vivos por dos tuberías por lo que de la tabla 310-15(g) de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor de agrupamiento del 80%. (Véase Anexo H y I).



Fig. 5.2 Registro antes de llegar al Interruptor Principal.

Por temperatura (F.T.) de acuerdo a las estadísticas de la secretaria del medio ambiente en 2009 se tuvo una temperatura máxima promedio en la época de mayor calor de 29.5 °C por lo tanto de la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-2005 tenemos un factor por temperatura (Véase Anexó E)

$$I_{nc} = \frac{I_n}{F.A. \times F.T.} = \frac{196.8239}{0.8 \times 1} = 246.03A$$

Consultando la tabla 310.16 en la columna de 75°C corresponde a un tamaño de 127 mm² (250 kcmil) (255 A) por las dimensiones y costo del conductor de este calibre es costoso por lo que se opta por practicidad.

Comparando con el que está instalado podemos observar que está dentro del margen el cual es de 67.4 mm² (2/0) (175) Como son dos conductores por fase nos da un total de 350 A. valor realmente librado.

Se procede a verificar que el conductor seleccionado no produzca una caída de tensión que llegue a afectar el correcto funcionamiento de los circuitos derivados.

5.2.3 Caída de tensión en Alimentador

Ahora calcularemos la caída de tensión entre fases.

$$ef = \frac{\sqrt{3}LI}{50S}$$

Donde:

L=Distancia en metros desde la toma de corriente hasta la carga

I=Corriente en Amperes por conductor.

S= sección transversal o área de los conductores en mm².

Sustituyendo valores queda:

L=290 mts. Desde la subestación hasta el transformador

I=196.8239 A

S=67.4 mm²x2=134.8 mm²

$$ef = \frac{\sqrt{3}LI}{50S} = \frac{\sqrt{3}(290)(196.8239)}{50(134.8)} = 14.6681V$$

Entre fases

$$e\% = ef \frac{100}{Ef} = \qquad e\% = ef \frac{100}{Ef} = 14.6681 \times \frac{100}{440} = 3.3336\%$$

e%=Caída de tensión.

ef= Caída de tensión entre fases.

EF= Tensión entre fases.

Con respecto al ARTÍCULO 215-ALIMENTADORES de la NOM-001-sede-2005 está dentro del porcentaje el máximo que nos pide es de 5 %.(Véase Anexo K).

5.2.4 Lado Secundario

Cálculo para obtener la corriente en el **lado secundario**:

$$I_{\text{sec}} = \frac{VA}{\sqrt{3}V} = A \qquad I_{\text{sec}} = \frac{150000VA}{\sqrt{3} * 220V} = 393.6479A$$

De los cálculos el alimentador corresponde a un tamaño 304 mm² 600 AWG. (420 A.). Pero como es muy grueso el cable se utilizarán 2 conductores por fase:

$$I_{\text{sec}} = \frac{393.6479A}{2} = 196.8239A.$$

Corresponde a un tamaño 85 mm² 3/0 AWG. (200 A.).

El dispositivo de protección contra sobre corriente es de 400 (A).

Estos valores comparados con los existentes están correctos.

El tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra del equipo se debe seleccionar de acuerdo a la Tabla 250-94 de la Norma vigente, en base al valor del dispositivo de protección del propio circuito eléctrico y debe ser capaz de transportar la corriente de falla a tierra.

En este caso se tiene el alimentador de capacidad de corriente de 393.65 A. con un dispositivo de protección de 3x400A. Consultando la Tabla 250-94 en la primera columna de la izquierda se busca la sección equivalente de conductores en paralelo 85 mm² 3/0 AWG y en la columna de puesta a tierra de cobre se indica el tamaño del conductor de puesta a Tierra.

El tamaño del conductor de puesta a tierra que corresponde es de:

33.6 mm² (2AWG). Multiplicamos por 2 siendo los circuitos de salida.

Para concluir tenemos del Alimentador la cantidad y capacidad de conductores:

- 8 Conductores de 85 mm² 3/0 AWG (2 por cada fase y neutro).
- 2 Conductores de puesta a tierra 33.6 mm² (2AWG).

Se procede a verificar que el conductor seleccionado no produzca una caída de tensión que llegue a afectar el correcto funcionamiento de los circuitos derivados.

5.2.5 Caída de Tensión Circuito Derivado de Lado Secundario del Transformador a Gabinete I-LINE.

El circuito alimentador es de 2 conductores por fase y 2 por neutro de 3/0 AWG para una distancia de 30m.

Se revisa si no hay caída de tensión

Ahora calcularemos la caída de tensión entre fases.

$$ef = \frac{\sqrt{3}LI}{50S}$$

Donde:

L=Distancia en metros desde la toma de corriente hasta la carga

I=Corriente en Amperes por conductor.

S= sección transversal o área de los conductores en mm².

Sustituyendo valores queda:

L=30 mts. Desde el Transformador al Gabinete I-Line.

I=393.6479. A

S=85 mm²x2=170 mm²

$$ef = \frac{\sqrt{3}LI}{50S} = \frac{\sqrt{3}(30)(393.6479)}{50(170)} = 2.4064V$$

Caída de tensión en porcentaje:

$$e\% = ef \frac{100}{Ef} =$$

e%=Caída de tensión.

ef= Caída de tensión entre fases.

Ef= Tensión entre fases.

$$e\% = ef \frac{100}{Ef} = 2.4064 \times \frac{100}{220} = 1.0938\%$$

Con respecto al ARTÍCULO 215-ALIMENTADORES de la NOM-001-SEDE-2005 está dentro del porcentaje el máximo que nos pide es de 3% para circuitos derivados. (Véase Anexo K).

5.3 Cálculo para el Dimensionamiento de la Planta de Emergencia

Teniendo el valor de conductor del circuito derivado del transformador a la carga se procede a realizar el cálculo del dimensionamiento de la planta de emergencia basado conforme a requisitos particulares de la alimentación de energía eléctrica, tales como: demanda, capacidad instalada, factor de demanda y tensión de alimentación.

A continuación se determinará con el Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas y colegios.

El cual es en base a la tabla 220-34 de la NOM-001-SEDE-2005

TABLA 220-34.- Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas y colegios

Carga conectada en VA/m ²	Factor de demanda (%)
Los primeros 30	100
Desde 30 hasta 200	75
Más de 200	25

Fig. 5.3 Tabla 220-34 Factores de Demanda.

El área del centro de cómputo se desglosa a continuación:

Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
35.04	9.07	317.81
6.97	3.70	25.79
4.25	4.32	18.36
Total por Planta		361.96
En General		723.92

Tabla.5.3 Área del Centro de Cómputo

En base al método para calcular los factores de demanda, a continuación se presentará un cuadro en el cual se desarrollará, la demanda del alimentador general del Centro de Cómputo se utilizará el área del centro de cómputo de 723.92 m² y la capacidad de instalada futura en 120 kVA.

Capacidad Instalada (VA)	120,000.00
Área del Centro de Computo (m ²)	723.92
Carga Conectada en VA/m ²	165.76

Tabla.5.4 Relación de Factores de Demanda

Carga Conectada en VA/m ²	VA/m ²	Equivalente VA	Factor de Demanda (%)	Carga
Los primeros 30	30.00	21,717.60	100	21 717.60
Desde 30 hasta 200	135.76	98,282.40	75	73711.80
Total	187.25	120,000.00	VA Con Factor de Demanda	95 429.40
			Factor de Potencia	0.9
			W Totales	85,886.46

Tabla.5.5 Factores de Demanda con respecto a la carga conectada.

Un punto importante es que la planta de emergencia debe de tener la misma capacidad de suministro de corriente que la fuente de alimentación ya que deberá soportar a plena carga el centro de cómputo.

Como el valor obtenido para el Cálculo de la Carga instalada con el Factor de Demanda es de 85,886.46 W este valor se ocupará para el dimensionamiento de la Planta de emergencia tomando el valor inmediato superior comercial de plantas de emergencia y que es de 100 kW.

La ubicación ideal fig.5.4 donde se colocará la Planta de Emergencia es en la parte posterior donde hay suficiente espacio para instalarla.



Fig. 5.4 Vista posterior del Centro de Cómputo.

Verificando los datos de la Planta fig.5.5 con respecto a los proporcionados por el fabricante y datos de placa se obtiene lo siguientes:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLANTAS IGSA 20 - 500 kw																		
MODELO	CAPACIDAD		POTENCIA BHP	TRANSFERENCIA (Amperes)		TANQUE Its.	TIPO DE TABLERO	DIMENSIONES DEL TABLERO (l x an x al)				PESO (kg) PLANTA	DIMENSIONES PLANTA largo x ancho x alto (cm.)			CONSUMO Its/hr *		
	kw	kVA		220V	440V			220V	440V	220V	440V		220V	440V	largo		ancho	alto
JD-100	100	125	150	400	200	250	PARED	121	69	32	121	69	32	1172	226	80	153	20.7

Fig. 5.5 Especificaciones Técnicas Plantas IGSA.

Se toman los datos correspondientes al Voltaje que se manejará el cual es de 220V/127:

Planta IGSA 100 kW a 220V/127			
Modelo:	JD-100	Tipo de Tablero:	Pared.
Capacidad:	100 kW. 125 kVA	Dimensiones del Tablero: (l x an x al) cm	121x69x32
Potencia HP:	150 HP	Peso de la Planta:	1172
Transferencia (Amperes):	400A.	Dimensiones de Planta: (l x an x al) cm	226x80x153
Tanque:	250 Lts.	Consumo It/hr.	20.7

Tabla.5.6 Datos de Placa de la Planta de Emergencia



Fig. 5.6 Vista de Planta Marca IGSA de 100 KW con Tablero de Transferencia.

Realizando la comparación con los datos:

El tiempo de respaldo se basará en el consumo de litros de Diesel el cual es de 20.7 lt/hr, considerando el tanque a una capacidad del 80% lleno la Planta tiene un respaldo de 10 hrs aproximadamente en suministrar energía al Centro de Cómputo, aunado a esto se le colocará un tanque de reserva con una capacidad de 150 lts el cual estará en cascada con el existente de fabrica, dándonos un total de 17 hrs continuas.

La potencia en kW y kVA están dentro de los márgenes de utilidad para que trabaje la Planta. La corriente que puede circular en la transferencia es de 400A. Valores dentro del máximo que suministra el Transformador. Con los valores obtenidos se verá el tamaño del alimentador desde el lado del interruptor secundario el cual es el cable donde se utilizarán 2 conductores por fase:

$$I_{\text{sec}} = \frac{393.6479A}{2} = 196.8239A.$$

Corresponde a un tamaño 85 mm² 3/0 AWG. (200 A.) Por cada conductor.

El dispositivo de protección contra sobre corriente es de 400 (A). Donde la trayectoria va por 3 tuberías de 4"-102 mm subterráneo en una parte, pasando por el sótano del Centro de cómputo en soportería anclada al techo para llegar al Tablero de I-Line, Figura 5.7. Esta trayectoria es para realizar la instalación de la Planta de Emergencia. La alternativa que se tomará es desmantelar parte del alimentador ver Figura 5.7 y 5.8.



Fig. 5.7 Trayectoria de Alimentador a I-Line.



Fig. 5.8 Área a dismantlar para nuevo Alimentador.

La propuesta del proyecto es dismantlar la trayectoria del alimentador al ras del sótano de la parte interna y de allí salir por charola para ir a la parte posterior del Centro de Cómputo y regresar al I-Line. En la propuesta del desarrollo se maneja una distancia de 70 m.

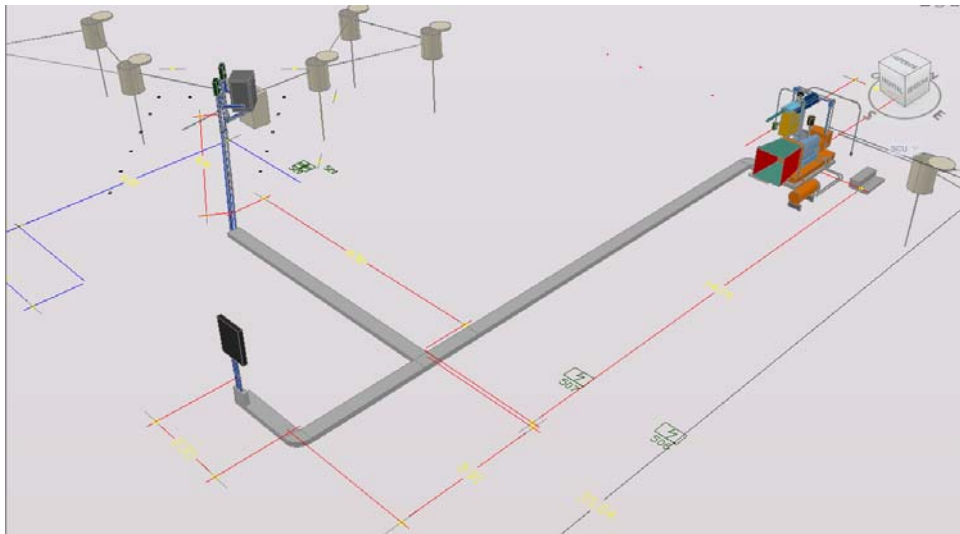


Fig. 5.9 Trayectoria de alimentador en charola.

A continuación se calculará el soporte para cables tipo charola por la cual pasará en alimentador y con datos ya manejados se obtendrá el valor:

Se instalarán cables de:

- 8 Conductores de 85 mm^2 3/0 AWG (2 por cada fase y neutro).
- 2 Conductores de puesta a tierra 33.6 mm^2 (2AWG).

Se debe instalar en una sola capa y la suma de sus diámetros no debe exceder del ancho del soporte para cables tipo charola.

Se considera que en una parte de la sección de la charola para ser exactos 37.5 m, los alimentadores se encuentran tanto el de ida como el de regreso.

En ese tramo se manejarán dos veces el valor de los cables que son 20 en su totalidad:

Alimentador.

- 8 Conductores de 85 mm² 3/0 AWG (2 por cada fase y neutro).
- 2 Conductores de puesta a tierra 33.6 mm² (2AWG).

Parte en la cual se unen ambos tanto el Alimentador que llega a la transferencia como la salida de la transferencia a la carga. Dando un total de 20 conductores.

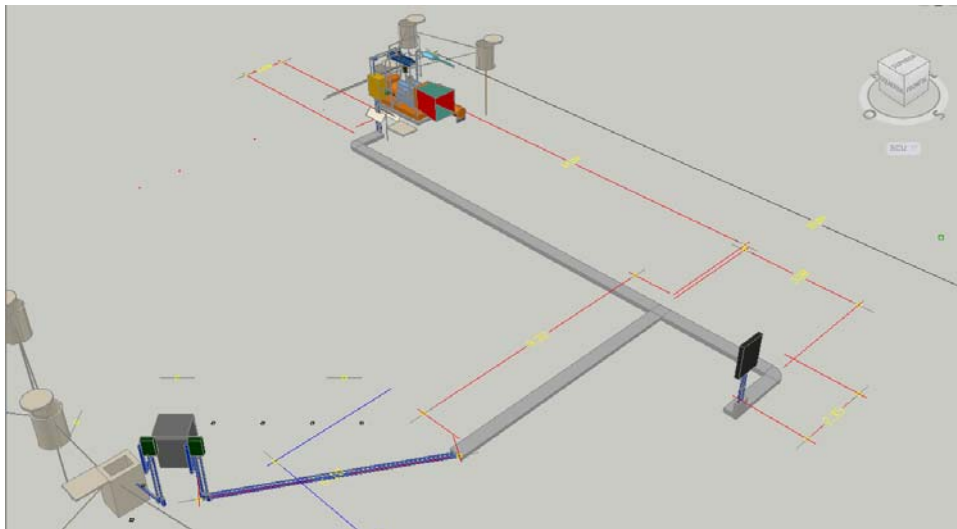


Fig. 5.10 Trayectoria de alimentador sobre soportaría de charola.

- 16 Conductores de 85 mm² 3/0 AWG (2 por cada fase y neutro).
- 4 Conductores de puesta a tierra 33.6 mm² (2AWG).

Consultando la Tabla 310-5 de la NOM-001-SEDE-2005 y buscando el diámetro de los conductores se observa que el diámetro del conductor de

tamaño 85 mm² 3/0 AWG es de 16mm y del de 33.6 mm² (2AWG) es de 10.5 mm.

Se procederá a realizar las siguientes operaciones:

Número de Conductores	Tamaño AWG	Diámetro en mm	Total mm
16	3/0	16	256
4	2	10.5	42
Total			298

Tabla.5.7 Relación de diámetros de los conductores.

La suma de los diámetros de los conductores es 298 mm por lo que el ancho requerido del soporte para cables tipo charola será mínimo de 305 mm. Considerando charola tipo escalera, tamaño comercial que se maneja en el mercado.

TRAMO RECTO ESCALERA				
ANCHO (W)		ESPACIO DE TRAVESAÑOS (E)		CÓDIGO
mm	pul	mm	pul	
305	12	152	6	MTR-1206
		229	9	MTR-1209
		305	12	MTR-1212
		457	18	MTR-1218
406	16	152	6	MTR-1606
		229	9	MTR-1609
		305	12	MTR-1612
		457	18	MTR-1618



Fig. 5.11 Tipo de Charola Escalera a utilizar.

Para una mejor comodidad de los conductores se utilizará el valor de 406 mm. Para dar espacio a los cinchos con los cuales se amarran los conductores a la soportería. Además el valor de espacio de travesaño será de 305mm o bien 12". Quedando como código Charola Tipo Escalera MTR-1612, para las curvas el código es MCH-1612-90.

5.4 Cálculo Para el dimensionamiento de los UPS

Al ocurrir una falla en el suministro de energía el UPS deberá alimentar la carga instalada en ese momento y equipos conectados, hasta que la planta de emergencia arranque para que así respalde de energía no solo al UPS sino a toda la Instalación Eléctrica.

Debido a la interrupción de energía el tiempo que tarda en responder la planta es el orden de segundos, aproximadamente de 3 a 5 segundos, tiempo en el cual las computadoras son equipos sensibles a variaciones de tensión y debido al tiempo de respuesta de la planta de emergencia y con respecto a que solamente tienen reguladores de tensión no son de mucha ayuda porque al corte de suministro de energía no hay tensión que regule y simplemente no trabaja el equipo, por lo tanto los tableros regulados se quedan sin energía. Por este caso es necesario remplazar el regulador de tensión por un UPS. En este proceso la capacidad y características se determinaran como se indica a continuación:

Para el cálculo del UPS se tiene considerado la carga que se conectará a cada uno de ellos y se apoyará en los cuadros de cargas tomados con anterioridad:

Los cuadros de cargas que importan son para los tableros de tensión regulada:

Tablero	kW	Carga Futura kW
Regulado 1	11.74	14.675
Regulado 2	11.52	14.4
Regulado 3	11.52	14.4
Regulado 4	15.48	19.35
Promedio	12.565	15.706

Tabla.5.8 Relación de Cargas Conectadas en Tensión Regulada.

Con los valores obtenidos obtenemos que la capacidad máxima a respaldar es de 19.35 kW y al hacer un promedio de las capacidades de cada tablero obtenemos 15.71 kW. Valor por encima de los tres primeros tableros. Por lo que nos basaremos en este valor para realizar el cálculo

del Ups. Se convertirá la potencia activa en potencia aparente con la formula:

$$S = \frac{P}{F.P}$$

Donde:

S= Potencia Aparente

P= Potencia Activa

F.P= Factor de Potencia

El Factor de Potencia que manejaremos será 0.9 el mínimo requerido por la compañía suministradora.

$$S = \frac{15.71kW}{0.9 \frac{kW}{kVA}} = 17.4513kVA$$

Con el valor de 17.4513 kVA se buscará en el mercado el inmediato superior con respecto a la capacidad de carga, corresponde al UPS de 20 kVA.



Fig. 5.12 Imagen representativa de un UPS de capacidad alta, UPS instalado en una Tienda Elektra de la ciudad de Mérida.

Cálculo para obtener la corriente:

$$In = \frac{VA}{V} = A \quad In = \frac{20000VA}{220V} = 90.91A$$

Para calcular el alimentador corresponde a un tamaño 26.7 mm^2 3 AWG. (100 A.). El dispositivo de protección contra sobre corriente es de 3x100 (A).

Estos valores comparados con los existentes están correctos.

El tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra del equipo se debe seleccionar de acuerdo a la Tabla 250-94 de la Norma vigente, en base al valor del dispositivo de protección del propio circuito eléctrico y debe ser capaz de transportar la corriente de falla a tierra (Véase anexo D.)

En este caso se tiene el alimentador de capacidad de corriente de 100A con un dispositivo de protección de 3x100A. Consultando la Tabla 250-94 en la primera columna de la izquierda se busca la sección equivalente de conductores en paralelo 8.37 mm^2 8 AWG y en la columna de puesta a tierra de cobre se indica el tamaño del conductor de puesta a Tierra.

- 4 Conductores de 26.7 mm^2 3 AWG (cada fase y neutro).
- 1 Conductores de puesta a tierra 8.37 mm^2 (8 AWG).

5.5 Cálculo de la Red de Tierras.

La red de tierras proporciona seguridad sobre las personas, seguridad y operación correcta de los equipos, en los sistemas de distribución de energía eléctrica, computadoras y sistemas de estado sólido, así como en los sistemas de protección.

El cálculo de la red está fundamentado en la normatividad vigente NOM-001-SEDE-2005, artículo 250. Partiremos de las siguientes afirmaciones (Véase Anexo N).

La instalación es en baja tensión, por lo tanto nuestro nivel de corto circuito es de acuerdo a la IEEE std 142-1991 y a la NOM-001-SEDE-2005; el nivel máximo de resistencia es de 25Ω .

Estos valores de resistencia requeridos se cumplen con un arreglo de una varilla enterrada una distancia L, este conductor garantiza la conexión física entre las partes metálicas expuestas a alguna falla y la tierra. Por medio de este conductor circula la corriente no deseada hacia la tierra.

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm*m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables.	3.000

Tabla 5.9. Valores de resistividad de algunos suelos

A través de la expresión mostrada en la figura que se muestra abajo, se puede calcular los efectos de la variación de la resistencia de tierra en función de la profundidad alcanzada por un electrodo.

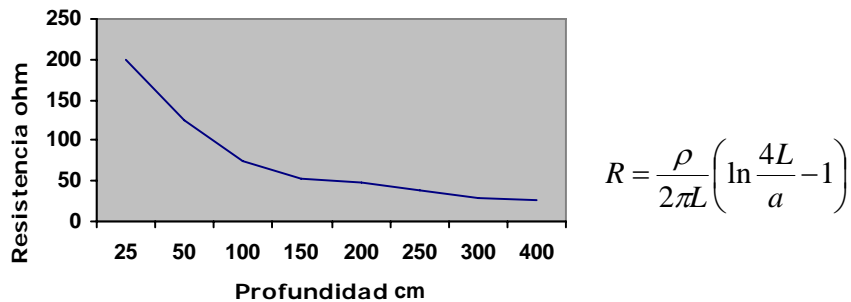


Fig. 5.13. En función de su profundidad

$R =$ resistencia en Ω

$\rho =$ resistividad del terreno $\Omega \cdot \text{cm}$

$L =$ longitud del electrodo

$a =$ radio del electrodo en cm

La norma de instalaciones eléctricas (NOM 001) especifica que la profundidad mínima de enterrado de una varilla debe ser de 2.4 metros (8 pies). Para varillas de acero de sección circular, se requiere que su diámetro no sea menor a 1.59 cm (5/8").

Con lo expuesto anteriormente usaremos los siguientes datos:

Resistividad del terreno (ρ) = 50 $\Omega \cdot \text{m}$

Electrodo tipo varilla copperweld: Longitud = 3.05m

Diámetro = 0.01584 m. Radio = 0.007935 m

Sustituyendo los datos en la expresión mencionada:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) = \frac{50\Omega \cdot \text{m}}{2\pi(3.05\text{m})} \left(\ln \frac{4(3.05)}{0.007935} - 1 \right) = 16.54\Omega$$

El primer resultado es $R = 16.54\Omega$ el valor está de acuerdo a la IEEE std 142-1991 y a la NOM-001-SEDE-2005; el nivel máximo de resistencia es de 25 Ω .

5.6 Aspectos económicos del Proyecto

A continuación se presenta la propuesta económica del proyecto, considerando los beneficios económicos y técnicos, así como el plan de trabajo.

La administración del proyecto representa la manera ordenada de llevarlo a cabo. Empezando por definir los objetivos del proyecto, así como administrar recursos como: tiempos, materiales, gente, dinero (financiamiento), calidad, comunicación, etc., hasta la entrega final.

De acuerdo a los cálculos realizados se propone equipo que cumpla con los requerimientos de acuerdo a las normas y a las condiciones de las instalaciones, buscando siempre que sea un producto de alta calidad que resulte en una buena inversión a largo plazo y que no afecte de manera drástica el monto de la inversión inicial.

A continuación se presenta un catalogo de conceptos en cual se presenta un resumen del costo total del proyecto, el catalogo general se presenta en el Anexo W.

Concepto	Costo (\$)
Instalación de Planta de emergencia.	\$ 458,000.99
Instalación de UPS 's	\$ 855,608.86
Instalación de Transformador	\$ 105,410.37
Total.	\$ 1,419,020.23

Tabla 5.5 Costos del proyecto.

Estos costos incluyen la mano de obra especializada y supervisión de los trabajos de acuerdo al cronograma de actividades, no incluyen IVA.

Los beneficios técnicos engloban toda una serie de beneficios adicionales que podemos ver a continuación:

- Menos riesgo de fallas
- Seguridad a los usuarios
- Tiempos de operación menores
- Suministro de energía confiable
- Larga vida de nuestros equipos

Los beneficios del proyecto lo podemos describir a continuación:

Para poder plantear correctamente lo que se pretende, tenemos que tener bien claro a que nos referimos con proyecto como parte o sinónimo de esta tesis, ya que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, y en este caso el objetivo es el siguiente:

El diseño del respaldo de energía eléctrica, para que el centro de cómputo tenga una continuidad de energía eléctrica y no se vea afectada la enseñanza académica. Para esto se realizó una propuesta técnico-económica que sea atractiva para el centro de cómputo, que de ser autorizado el presupuesto requerido, llevará después a la implementación física del proyecto. Aunque cabe resaltar que para fines de tesis lo que nos importa como objetivo principal es el diseño y la propuesta técnico-económica.

La dirección del proyecto incluye:

- Establecer objetivos claros y posibles de realizar (tenemos que ser breves y congruentes).
- Equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costos.
- Administrar recursos (equipo, material, recursos humanos, etc.)
- Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas del Centro de Cómputo.

5.7 Recomendaciones para el Mantenimiento a la Instalación Eléctrica

Para tener un mejor funcionamiento en la instalación eléctrica a continuación me atrevo a dar unas recomendaciones para que la instalación y los equipos funcionen correctamente y no haya alguna falla dentro de los tableros, trayectorias, transformador, futura planta de emergencia y UPS's.

5.7.1 Mantenimiento a Tableros de Distribución.

Antes que nada se supone que el tablero ha estado funcionando bien, por lo tanto lo que hay que hacer es lo siguiente:

- 1- Observar que no presente daños visibles o piezas flojas o sueltas.
- 2- Retirar polvo sopleteando ligeramente, y con ayuda de una aspiradora o con una brocha.
- 3- Reapretar todas las terminales, poniendo atención en cada componente que se esté reapretando para detectar si este tiene rastros de calentamiento. Si está presente algún rastro anotarlo y posteriormente desconectarlo y / o desarmarlo para definir la causa del calentamiento (hay elementos de potencia que deben ser visualizados con mayor detenimiento que los de control)
- 4- Verificar que los conductores de tierra estén bien apretados y que además tengan continuidad eléctrica con la estructura del tablero.
- 5- Limpiar el gabinete con algún solvente noble para retirar polvo o rastros de humo (calentamiento) algunas veces es normal que los rastros de "humo" estén presentes no significando que exista un sobrecalentamiento.
- 6- En ambientes corrosivos se puede sopletear el tablero y sus componentes con dieléctrico, cuidando de secar con aire los excesos de dieléctrico.
- 7- Energizar el tablero y poner a funcionar la máquina en condiciones normales, Regresa a tus anotaciones y mide la corriente que circula por aquellos elementos que presentaban rastros de calentamiento, compara sus características eléctricas con la medición, para asegurarte que el elemento es el adecuado.

5.7.2 Mantenimiento al Transformador Tipo Seco

El transformador tipo seco prácticamente no necesita mantenimiento; aún así, acostumbre revisarlo de la manera siguiente:

- 1- Desenergice el transformador.
- 2- Busque polvo y suciedad acumulados en terminales y respiraderos. De ser necesario, remueva con aspiradora, cepillando o soplando aire seco. Se debe tener cuidado especial al soplar aire seco para prevenir posibles daños al producto o al personal con las partículas sueltas.
- 3- Revise quebraduras, quemaduras y fisuras en aislantes, terminales y soportes de terminales. Limpie o repare si es necesario.
- 4- Revise la calidad y firmeza de terminales y contactos, incluyendo los taps. Apriete o reemplace si es necesario.
- 5- Revise conexiones y superficies de contacto a tierra (potencial cero). Limpie, apriete o repare si es necesario.
- 6- Para diseños ventilados solamente, en caso de humedad evidente, la unidad debe ser secada ya sea dentro de un horno o soplando aire caliente. La temperatura no debe exceder 110°C para prevenir daño al alambrado.
- 7- Inspeccione raspaduras o deterioro en el acabado de la pintura exterior del gabinete. Retoque de ser necesario.



Fig. 5.13 Imagen del estado actual del área del Transformador en el Centro de Cómputo del CCH Vallejo.

Nota: se necesita un transformador con factor K para alimentar cargas no lineales y sistemas de cómputo para cumplir la función de soportar el contenido de corrientes armónicas. Cumpliendo con toda la normativa vigente, tanto nacional como internacional con respecto al factor K.

5.7.3 Mantenimiento, manejo y operación a la planta de emergencia.

Antes de encender la planta de emergencia se tienen que revisar los siguientes puntos:

Todo este procedimiento se realiza siguiendo los pasos establecidos para poder comprobar y operar correctamente la planta.

1.-Revisión de Rutina: Una vez a la semana

- a) Comprobación del nivel de aceite
- b) Comprobación nivel de agua de radiador
- c) Líquido de baterías
- d) Nivel de combustible del tanque, tiene que estar a un 80 %
- e) Comprobación de la temperatura del precalentador
- f) Verificar las terminales de batería en buen estado

2.-Colocar el interruptor del generador "main " off

3.-Colocar los selectores en el modo manual para arrancar la planta

4.-Se pone a funcionar de esta manera por unos 10 minutos y se revisa lo siguiente:

- a) Frecuencia del generador (60 Hz.)
- b) De ser necesario se ajusta el voltaje.
- c) Durante el tiempo que la planta esté trabajando se revisa:
 - La temperatura del agua (180° F)
 - La presión de aceite aproximadamente 70 psi.
 - La corriente de carga del acumulador (1.5 Amp.).

Se requiere hacer prueba manual por lo menos una vez a la semana verificando:

- Voltajes.
- Presión de aceite.
- Frecuencia.

Se tiene que realizar el reapriete de todas las conexiones.

Si todo está correcto se acciona el interruptor en la posición de apagado "off" para que el motor se apague.

5.- Posteriormente se realiza una revisión preliminar y si todo está correcto, se corta la corriente eléctrica para que comience a trabajar la planta de emergencia, revisar lo siguiente:

- a) Corriente, voltaje y frecuencia del generador.
- b) Si alguno de estos valores está fuera de su rango de operación es conveniente realizar una revisión del punto de la falla y resolverla.

6.-Si en el trabajo de la planta llegaran a actuar las protecciones, debe verificar la temperatura del agua y presión del aceite. Si actúa la protección por alta temperatura de agua dejar que el motor se enfrie y después reponer el faltante.

7.-Para detener el motor, desconecte la carga manualmente y deje trabajar el motor durante tres minutos en vacío.

8.-Conviene arrancar el motor por lo menos una vez a la semana por un lapso de 30 minutos, para mantener bien cargado el acumulador, cuando no existe cargador de baterías conectado a la planta; y para mantener el magnetismo remanente del generador en buen rango. También para corregir posibles fallas.

9.-Cualquier duda o anomalía se deberá reportar al personal de mantenimiento del lugar.

5.7.4 Mantenimiento a realizar a un UPS:

Para realizar el mantenimiento se tiene que seguir con los siguientes pasos:

- 1- Inspección visual externa, comprobación de todas las conexiones, alimentación de la UPS, internas y externas, analizando contactos incorrectos que puedan causar cortocircuitos, calentamientos, desconexiones, etc. Limpiar las terminales del UPS.
- 2- Comprobación visual de todos los indicadores de la UPS tanto ópticos como acústicos.
- 3- Comprobación de la estabilidad y estado de carga de la batería, incluyendo una prueba funcional mediante corte del suministro eléctrico. El tiempo típico de suministro suele estar sobre los 15 minutos. Para la comprobación de cada una de los elementos de las baterías.
- 4- Comprobación-calibración de valores eléctricos, si fuera necesario mediante equipos de medida externa (multímetro, osciloscopio, etc.).
- 5- Limpieza de la parte de control y electrónica, mediante soplado delicado con aire comprimido.
- 6- Comprobación de la ubicación y ambiente de trabajo de los equipos, temperatura, humedad, etc.
- 7- Creación y actualización de una ficha de mantenimiento de equipo, situada en el mismo equipo UPS, que permita conocer el estado de revisión, incidencias, etc., de forma inmediata.

Al realizar el Servicio preventivo al UPS con la carga conectada, lo más esencial que se realiza es:

1. Verificación de señalizaciones de alarma.
2. Verificación de parámetros operativos de su sistema.
3. Limpieza y/o cambio de filtros de aire.
4. Limpieza de gabinetes.
5. Verificación de funcionamiento de ventiladores.
6. Medición de voltaje por celda del banco de baterías.
7. Reapriete de conexiones y limpieza.

8. Elaboración de reporte de servicio con recomendaciones necesarias.

Para el servicio preventivo sin carga se efectúa lo siguiente:

1. Reapriete de conexiones de control y potencia.
2. Revisión de condiciones de herrajes, cableados, motores, ventiladores, etc.
3. Revisión y reajuste de ser necesario de la etapa de control.
4. Limpieza interna de los sistemas.
5. Revisión y estado de componentes de potencia, fusibles, diodos, scr, bobinas transistores, etc.
6. Medición de voltaje por celda del banco de baterías.
7. Reapriete de conexiones y limpieza.
8. Pruebas de sincronía, transferencia, corte de entrada, prueba de autonomía del banco de baterías, etc.
9. Puesta en operación del sistema y en línea con la carga crítica.
10. Elaboración de reporte de servicio.

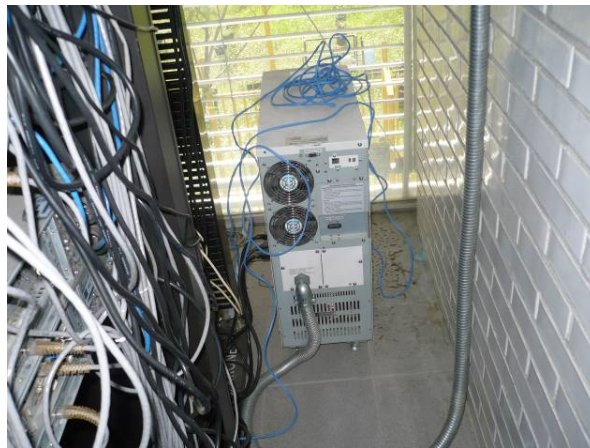


Fig. 5.14 Imagen representativa del estado actual de un UPS del Centro de Cómputo del CCH Vallejo.

5.7.5 Limpieza al Sistema de Tierras:

Para realizar el mantenimiento se tiene que seguir con los siguientes pasos:

- 1- Inspección visual externa, comprobación de todas las conexiones dentro de los registros del sistema de tierras.
- 2- Limpieza de exceso de basuras u objetos ajenos al registro.
- 3- Limpieza de electrodo a base de lija de agua para eliminar la corrosión que se genera por la humedad y la intemperie.
- 4- Revisar con un pequeño jalón si el electrodo está bien anclado al piso o si en su caso ya se trozó. Si esta trozado a remplazarlo en el momento o hacerle la observación al encargado de la instalación.
- 5- Reapriete de terminales de los conectores para el porta electrodo.



Fig. 5.15 Imagen representativa del estado actual de sistema de Tierras del Centro de Cómputo del CCH Vallejo.

